



рис. 1. XY проекция системы Mg_2SiO_4 - $CaAl_2Si_2O_8$ - SiO_2 (A-B-C) с траекториями расплава (а) и диаграмма вертикального материального баланса (б) для центра масс G

Далее состав попадет на горизонтальный комплекс при Q_2 , на котором в результате четырехфазной перегруппировки фаз $LQ_2+A \rightarrow B^{Q_2}+R^{Q_2}$ кристаллы A полностью израсходуются. В трехфазной области L+B+R происходит дальнейшее уменьшение доли фазы L и нарастание B и R ($L^{en} \rightarrow B^{en(R)}+R^{en(B)}$). На плоскости при температуре точки тройной эвтектики E в результате реакции $L^E \rightarrow B^E+C^E+R^E$, фаза L полностью исчезает, и ниже остаются кристаллы B, C и R. В результате данное концентрационное поле характеризуется следующим набором микроструктурных составляющих: B_1^1 , $B^{e(A)}$, B^{Q_2} , R^{Q_2} , $B^{en(R)}$, $R^{en(B)}$, B^E , C^E , R^E . Кристаллы A не входят в данный набор, т.к. израсходовались на более ранних этапах кристаллизации.

Для данного центра масс также рассчитаны пути кристаллизации (рис. 1а). Видно, что при прохождении двухфазной области L+B, состав расплава изменяется по продолжению прямой B-G до линии ликвидуса Q_1Q_2 . Далее G попадает в область L+A+B и состав расплава перемещается по фрагменту линии ликвидуса Q_1Q_2 до точки Q_2 . При пересечении фазовой области L+B+R расплав движется вдоль линии ликвидуса Q_2E до точки E. Нонвариантная эвтектическая реакция происходит на горизонтальном симплексе $B^E C^E R^E$, являющемся верхней границей субсолидусной области B+C+R.

Аналогичным образом могут быть рассмотрены любые участки фазовой диаграммы, составлены схемы кристаллизации и проанализирован состав микроструктуры. При этом выявляются концентрационные поля как с уникальными наборами схем кристаллизации и микроструктуры, так и поля с совпадающими наборами микроструктуры.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ: № 15-43-04304 р_Сибирь_a, № 16-48-030851 р_a.

Список публикаций

- [1] Заварицкий А.Н., Соболев В.С. Физико-химические основы петрографии изверженных горных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 383 с.
- [2] Жариков В.А. Основы физической геохимии. М.: Изд-во МГУ; Наука, 2005. 656 с.

Исследование характеристик керамических материалов, модифицированных цеолитсодержащими породами, для промышленных предприятий

Пасынков Михаил Валерьевич

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Салахов Альмир Максумович, к.т.н.

Mike_p95@mail.ru

Широкое применение в различных сферах народного хозяйства цеолиты получили давно, однако, их использование в керамической промышленности до сих пор мало изучено. Известно положительное влияние цеолитов на бетоны и строительные смеси, при этом в керамике добавление цеолитов встречается редко. Это придаёт актуальности работе. Исследования проводились по запросу ОАО "Цеолиты Поволжья", с целью изучения возможности применения продукции предприятия в керамической промышленности.

В работе были исследованы несколько составов глин, модифицированных цеолитом торговой марки ZEOL Татарско-Шатрашанского месторождения. Использовалось только местное сырьё, реализуемое на заводах республики Татарстан. Были проведены исследования изменения фазового состава с ростом

температуры, изучена структура готовых образцов и проведён анализ имеющейся литературы на эту тему. Получено несколько перспективных материалов, отличающихся хорошими эксплуатационными характеристиками.

Исследуемая цеолитсодержащая порода при обжиге формирует целый набор новых кристаллических фаз. При добавлении её в легкоплавкую глину Сахаровского месторождения получены образцы с высокими техническими характеристиками.

Для глины Салмановского месторождения, модифицированной цеолитами, выявлена критическая точка, резкого увеличения прочностных характеристик при температурах выше 1100°C. Были изучены возможные причины таких изменений и проанализированы основные закономерности разрушения и синтеза кристаллических фаз. Основываясь на данных термогравиметрического анализа, выявлены температуры этих изменений и внесены необходимые корректировки для увеличения кристаллической фазы.

После серии исследований были сделаны выводы относительно влияния модификаций и примесей на структурный и фазовый состав, а также на основные характеристики материала. Полученные данные были переданы предприятию-заказчику для анализа и внедрения на производство.

Изучение влияния на физико-химическое строение и коррозионное поведение высокохромистой стали после имплантации ионами аргона

Пепеляев Никита Борисович

Быстров С.Г., Решетников С.М.

Удмуртский государственный университет

Физико-технический институт УРО РАН

Баянкин Владимир Яковлевич

termi364@mail.ru

Хромистые стали широко применяются в различных областях техники. Однако их существенным недостатком является подверженность локальной коррозии. Поэтому актуальным остается вопрос поиска новых методов повышения коррозионной стойкости высоколегированных сталей. Целью нашей работы являлось изучение влияния имплантации ионов аргона на физико-химическое строение и коррозионное поведение высокохромистой стали.

Объектом исследования являлась сталь марки 30X13. Предварительно была проведена термическая обработка стали – отжиг в защитной атмосфере при температуре 900°C с охлаждением на воздухе. Далее проведена механическая обработка образцов - шлифовка и полировка пастой ГОИ до шероховатости Ra=0,02 мкм (13 класс шероховатости). После полировки образцы подверглись облучению ионами аргона с энергией 30 кэВ и следующими дозами: 10^{16} ион/см² (образец №1), $5 \cdot 10^{16}$ ион/см² (образец №2), 10^{17} ион/см² (образец №3). Обработка проводилась на оригинальной ионно-лучевой установке ПИОН – 1М на базе сверхвысоковакуумного поста УСУ-4. Топографию поверхности образцов как исходного (без облучения) так и после ионной имплантации исследовали методом АСМ на приборе SOLVER-P47PRO. Измерение микротвердости производилось на приборе ПМТ-3М при нагрузке 10 г и выдержке 8 с. Химическое строение поверхности образцов изучалось методом РФЭС на приборе ЭС-2401 с послойным травлением ионами аргона на глубину до 20 нм. Поляризационные измерения выполнены в потенциодинамическом режиме на потенциостате Р-30. В качестве коррозионных сред был выбран боратный буферный раствор с pH=7,4 с добавлением 0,01M K₂SO₄.

В результате проведенных исследований установлено, что физико-химическое строение образцов и их коррозионное поведение изменяются неравномерно с увеличением дозы облучения. Микротвердость исходного образца совпадает с микротвердостью образца №2 в пределах погрешности измерений, при этом твердость образцов №1 и №3 стала ниже на ~49%. Данные РФЭС свидетельствуют, что после ионной имплантации происходит увеличение концентрации углерода и кислорода и изменение химического состояния всех элементов в глубоких слоях материала по сравнению с необлученным образцом. На поляризационных кривых максимальные анодные токи отмечены для образца №3, минимальные – для образца №2, значения для исходного образца и образца №1 занимают промежуточное положение. По результатам АСМ видно, что коррозионное разрушение поверхности исходного образца прошло интенсивнее, чем образцов после ионной имплантации. Также по изображениям АСМ заметно, что изменился характер коррозионных повреждений. На исходном образце это равномерные глубокие питтинги, а поверхность образцов после ионной имплантации подверглась, предположительно, язвенной коррозии. Глубина язв порядка 20 нм, они располагаются островками на исследуемой поверхности.